

# Tableur et résolution de problèmes

## Première partie : principes du tableur

Cette séance de travaux pratiques va commencer par quelques manipulations du tableur Excel, dont la mise en place de données, l'utilisation de l'outil de tri, la définition de fonctions et la création de graphiques.

### Exercice 1-1 : manipulation de données

**Récupération des données** Les données que vous allez utiliser pour cette séance de travaux pratiques sont disponibles dans un fichier texte nommé `donnees.txt`. Pour ouvrir ce fichier avec Excel, lancez tout d'abord le tableur puis tapez `Ctrl-O` (appuyez sur la touche `o` en maintenant la touche de contrôle, `Ctrl`, enfoncée) ou sélectionnez au choix le bouton `Ouvrir` ou l'option `Ouvrir...` du menu `Fichier`. Dans la boîte de dialogue nommée `Ouvrir` qui apparaît alors, indiquez que le `Type` de fichier correspond aux `Fichiers texte`, puis sélectionnez le fichier `donnees.txt`.

La boîte de dialogue précédente est alors remplacée par celle de l'Assistant `Importation de texte - Étape 1 sur 3`. Indiquez que le `Type` de données d'origine est `Délimité`, qu'il faut `Commencer` l'importation à la ligne 2 et que l'Origine du fichier est `ANSI`. Utilisez l'`Aperçu` du fichier pour visualiser le résultat de vos indications, puis le bouton `Suivant >` pour passer à l'étape suivante de l'assistant. Dans celle-ci, nommée `Assistant Importation de texte - Étape 2 sur 3`, indiquez que les `Séparateurs` sont des `Tabulations`, essayez les autres séparateurs en visualisant leur résultat sur l'`Aperçu` du fichier, avant d'utiliser le bouton `Suivant >`. Enfin, pour l'Assistant `Importation de texte - Étape 3 sur 3`, indiquez que le `Format` des données en colonne est `Standard`, puis pressez le bouton `Fin`.

Les données ayant été récupérées, sauvegardez-les sous la forme d'un fichier Excel en utilisant l'option `Enregistrer sous...` du menu `Fichier`, et en indiquant que le `Type` de fichier est `Classeur Microsoft Excel`. Remarquez au passage la modification de la taille du fichier, passé de moins de 2 kO pour le fichier texte à plus de 21 kO pour le fichier Excel !

**Mise en forme des données** Les données étant maintenant disponibles, on va les mettre en forme en définissant le format du tableau les contenant. Pour cela, sélectionnez une cellule du tableau et choisissez l'option `Mise en forme automatique...` du menu `Format`. Dans la boîte de dialogue qui apparaît, le bouton `Option >>` permet d'afficher les types auxquels les formats doivent être appliqués (vous pouvez faire des essais). Choisissez le `Format` du tableau nommé `Simple` et appliquez ce format. Pour finir, centrez le texte des deux dernières colonnes.

Cela étant fait, n'oubliez pas de sauvegarder à l'aide du bouton `Enregistrer`, de l'option `Enregistrer...` du menu `Fichier` ou en tapant `Ctrl-S`.

Insérez ensuite une feuille de calcul dans le classeur, avec l'option **Feuille** du menu **Insertion**. Placez cette nouvelle feuille après celle contenant les données, à la souris ou avec l'option **Déplacer** ou **copier...** du menu contextuel. Renommez enfin les deux feuilles, d'un double-clic sur leur nom ou avec l'option **Renommer** du menu contextuel, pour indiquer que la première contient les données et la seconde des calculs. Sauvegardez le nouvel état du fichier.

**Tri et calcul de moyennes** La mise en forme étant terminée, nous allons utiliser quelques fonctionnalités du tableur, comme le tri et les formules. Sélectionnez une cellule du tableau, puis l'option **Trier...** du menu **Données**. Indiquez ensuite dans la boîte de dialogue correspondante que le tri doit se faire par valeurs croissantes selon les champs « Responsabilités », puis « Ancienneté », puis « Salaire ». Le tri ayant été fait, sauvegardez le nouvel état du fichier.

Sur la seconde feuille (la feuille de calcul), créez un tableau horizontal (deux lignes et quatre colonnes) donnant la moyenne des salaires pour chaque classe de responsabilité. Pour cela, utilisez le bouton **Coller une fonction** ou l'option **Fonction...** du menu **Insertion**. Visualisez comment l'accès aux données d'une autre feuille est indiqué dans la formule de chaque cellule. Remarquez que l'adressage est alors absolu (déplacez une formule d'une cellule à une autre, et remarquez qu'elle ne change pas). Sauvegardez le fichier.

Modifiez l'allure du tableau précédent, d'horizontal à vertical, pour qu'il contienne quatre lignes et deux colonnes. Utilisez pour cela les touches **Ctrl-X** et **Ctrl-V** ou les boutons **Couper** et **Coller**, ou les options correspondantes du menu **Edition** ou du menu contextuel. Redéfinissez la mise en forme du tableau (les bordures), puis sauvegardez le fichier.

## **Exercice 1-2 : nuage de points et courbe de régression linéaire**

On souhaite étudier la répartition des salaires en fonction de l'ancienneté. Pour cela, on va construire sur la seconde feuille un graphique sur lequel on ajoutera une courbe de régression linéaire qui donnera une évaluation de la fonction moyenne. Sur la seconde feuille, sélectionnez le bouton **Assistant Graphique** ou l'option **Graphique...** du menu **Insertion**. Une boîte de dialogue nommée **Assistant Graphique - Étape 1 sur 4 - Type de Graphique** apparaît alors. Sélectionnez comme **Type de graphique** : l'option **Nuages de points**, et comme **Sous-type de graphique** : le bouton **Nuages de points**. Le bouton **Suivant >** permet de passer à la boîte de dialogue **Assistant Graphique - Étape 2 sur 4 - Données source du Graphique**. Dans celle-ci, l'onglet **Plage de données** étant sélectionné, indiquez les cellules concernées (dans la feuille de données). Ensuite, après avoir sélectionné l'onglet **Série**, placez en **X** la colonne **C**, en **Y** la colonne **B** et donnez un titre (comme « Salaire en fonction de l'ancienneté ») au graphique. Pressez enfin le bouton **Suivant >** pour passer à la boîte de dialogue **Assistant Graphique - Étape 3 sur 4 - Options de Graphique**. L'onglet **Titres** étant sélectionné, ajoutez les titres sur les axes (« Salaires » et « Anciennetés », par exemple), et regardez ce qui correspond aux autres onglets. Passez avec le bouton **Suivant >** à la boîte de dialogue **Assistant Graphique - Étape 4 sur 4 - Emplacement du Graphique**, et indiquez que vous souhaitez **Insérer le graphique en tant qu'objet** dans la feuille. Finissez la définition du graphique en appuyant sur le bouton **Fin**. Sauvegardez le fichier.

Il reste encore à ajouter la courbe de régression linéaire. Pour cela, choisissez l'option **Ajouter une courbe de tendance...** du menu **Graphique** et, dans la boîte de dialogue correspondante, sous l'onglet **Type**, sélectionnez comme **Type de régression/de courbe de**

tendance le bouton Linéaire.

Il ne reste plus qu'à effectuer quelques modifications mineures pour obtenir un résultat semblable à celui montré dans le fichier `donnees.pdf`. Pour obtenir les mêmes valeurs minimales et maximales, il suffit d'activer le menu contextuel sur les libellés des axes et de modifier le Format de l'axe . . . Enfin, le menu contextuel du titre permet aussi de changer son format (style gras, texte bleu, taille 11 pts). Sauvegardez le fichier.

## Exercice 1-3 : tableau croisé dynamique et affichage graphique 3D

Dans cet exercice, nous allons créer un tableau croisé dynamique, c'est-à-dire un tableau faisant la synthèse d'un grand nombre de données, celles-ci pouvant se modifier (le tableau est alors recalculé). Ce tableau sera illustré par un graphique.

Pour créer le tableau croisé dynamique, choisissez l'option Rapport de tableau croisé dynamique . . . du menu Données. Dans l'Assistant Tableau croisé dynamique - Étape 1 sur 4, indiquez que les données proviennent d'une Liste ou base de données Microsoft Excel, puis sélectionnez le bouton Suivant >. Indiquez à l'Assistant Tableau croisé dynamique - Étape 2 sur 4 que la Plage des données correspond aux quatre premières colonnes du tableaux de la feuille de données (on doit sélectionner une zone contiguë de la feuille, et les salaires seront utiles plus loin). Le bouton Suivant > permet de passer à l'Assistant Tableau croisé dynamique - Étape 3 sur 4, dans lequel vous allez associer le champ Ancienneté à la LIGNE, le champ Responsabilité à la COLONNE et le champ Numéro aux DONNÉES. Ce dernier champ devient NB Numéro, ce qui indique que la donnée est en fait le nombre de numéro (vous pouvez voir d'un double-clic sur ce nouveau libellé que d'autres fonctions que le nombre de représentants sont disponibles : somme, moyenne, minimum, maximum, etc.). Enfin, le bouton Suivant > conduit à l'Assistant Tableau croisé dynamique - Étape 4 sur 4 où vous allez choisir de placer le tableau sur la Feuille existante, et donner les coordonnées de sa première case. Le bouton Fin permet alors de générer automatiquement le tableau croisé dynamique. Sauvegardez le fichier une fois le tableau obtenu.

Pour créer le graphique associé, utilisez encore une fois l'Assistant Graphique (obtenu par le bouton Assistant Graphique ou l'option Graphique . . . du menu Insertion). Dans les boîtes de dialogue successives, choisissez le type Histogramme et le sous-type Histogramme 3D, sélectionnez comme données sources l'intérieur du tableau croisé dynamique (uniquement les données et non les en-têtes) et précisez que les séries correspondent aux colonnes, puis indiquez le titre du graphique et des axes avant d'Insérer le graphique en tant qu'objet dans la feuille.

Pour que le graphique soit plus lisible, en particulier que tous les rectangles soient visibles, utilisez l'option Vue 3D . . . du menu contextuel pour effectuer une Rotation de la vue. Sauvegardez le fichier lorsque le résultat vous convient.

**Complément optionnel :** ceux d'entre vous qui sont arrivés rapidement à cet endroit peuvent recommencer cet exercice pour calculer la moyenne des salaires en fonction des responsabilités et des anciennetés. Il est alors possible d'utiliser les données du précédent tableau croisé dynamique, plutôt que de redéfinir un autre ensemble de données.

## Seconde partie : résolution de problèmes

On va maintenant utiliser le tableur Excel pour résoudre quelques problèmes.

### Exercice 2-1 : optimisation d'une formule

*Cet exercice est tiré du livre « Excel 4 : Sciences et techniques » de Peter Gang, publié en 1993 aux éditions Micro Applications.*

On doit entreprendre un trajet en automobile de 600 kilomètres. Le rôle du chauffeur est tenu par une personne rémunérée 6,5 euro l'heure (il n'y a pas d'autres frais de main d'œuvre). La consommation d'essence du véhicule dépend, pour une grande partie de sa vitesse. Dans un certain intervalle, elle se calcule suivant l'équation suivante :

$$\kappa(v) = k_1 \cdot \exp(k_2 \cdot v)$$

où  $k_1$  et  $k_2$  sont des constantes du véhicule,  $v$  désigne la vitesse. Dans le cas qui nous intéresse,  $k_1$  vaut 0,017 et  $k_2$  vaut 0,015.

On divisera les frais de transports en deux catégories, ceux  $p_{MO}$  liés à la main d'œuvre et ceux  $p_E$  liés à l'essence. Ces frais sont calculés de la manière suivante :

$$\begin{aligned} p_{MO} &= \tau \cdot d / v \\ p_E &= \kappa(v) \cdot d \cdot p_L \end{aligned}$$

où  $\tau$  le taux horaire de la main d'œuvre (donné plus haut),  $d$  est la distance du trajet et  $p_L$  le prix du litre d'essence (0,78 euro).

On désire avoir le moins de frais possible, mais le problème est complexe : plus on va vite, moins on met de temps et moins on paie de frais de main d'œuvre, mais plus la consommation augmente et plus on paie de frais d'essence. On souhaite trouver l'équilibre optimal, en utilisant Excel. Pour cela, procédez de la manière suivante :

1. Mettez dans des cellules les données du problème : distance, prix du litre, taux horaire,  $k_1$ ,  $k_2$  ; puis rajouter une colonne de valeurs pour la vitesse.
2. Tapez une première vitesse (50 par exemple) puis, dans la cellule en dessous, une deuxième (égale à la première augmentée d'un pas, 51 par exemple).
3. Sélectionnez les deux cellules ainsi obtenues, et tirez-les vers le bas. La colonne se remplit alors avec la suite arithmétique correspondante.
4. Définissez les formules donnant la consommation, les frais de main d'œuvre, d'essence et totaux pour la première ligne, de manière à ce que ces formules puissent être copiées dans les lignes suivantes.
5. Représenter graphiquement les trois frais en fonction de la vitesse quand celle-ci varie entre 50 et 130 km/h. Le graphique obtenu devra ressembler au graphique du fichier `optimisation.jpg`.
6. Le conducteur souhaitant gagner au moins 50 euros, à combien doit-il rouler au maximum ?
7. À combien doit-on rouler afin de ne dépenser que 80 euros au maximum ?

## Exercice 2-2 : étude de régimes transitoires du premier ordre

On va étudier la modification de la charge d'un condensateur à travers une résistance dans le circuit de la figure 1 :

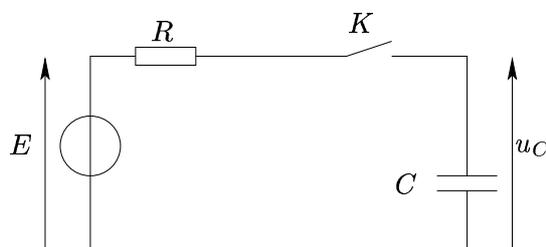


FIG. 1 – Circuit avec condensateur et résistance.

La tension  $u_C$  aux bornes du condensateur s'écrit, en fonction du temps  $t$  écoulé après la fermeture de l'interrupteur  $K$ , sous la forme :

$$u_C = (u_C^0 - E) \cdot \exp\left(-\frac{t}{R.C}\right) + E$$

où  $u_C^0$  désigne la tension aux bornes du condensateur au moment de la fermeture de l'interrupteur. Le produit  $R.C$ , homogène à une durée, est appelé *constante de temps* du circuit et est noté  $\tau$ .

On suppose que  $u_C$  peut s'écrire sous la forme d'une suite  $(u_C^n)$ , où  $u_C^n$  est considérée comme la valeur de la tension aux bornes du condensateur à l'instant  $t_n$ . On suppose que  $t_{n+1} = t_n + \Delta t$ , avec  $\Delta t$  (le pas de calcul) suffisamment faible devant la constante de temps  $\tau$ . Le terme  $u_C^{n+1}$  de la suite peut alors s'écrire en fonction du terme précédent  $u_C^n$  selon l'équation suivante :

$$u_C^{n+1} = u_C^n + \frac{E - u_C^n}{\tau} \cdot \Delta t$$

Avec cette approximation et à l'aide des fonctionnalités qu'offre Excel, tracez la courbe de variation de  $u_C$  en fonction du temps, ainsi que sa tangente à l'origine dont l'équation est donnée par :

$$u = u_C^0 + \frac{E - u_C^0}{\tau} \cdot t$$

lorsqu'on a  $E = 12$  V,  $u_C^0 = 2$  V,  $\tau = 0.01$  ms et  $\Delta t = 5 \cdot 10^{-4}$  ms. Comparez ces courbes avec celles contenues dans le fichier `premier_ordre.jpg`.

.../...

## Exercice 2-3 : étude de régimes transitoires du second ordre

On s'intéresse maintenant à l'étude du circuit représenté par la figure 2, dans son régime pseudo-périodique (où  $u_C$  subit

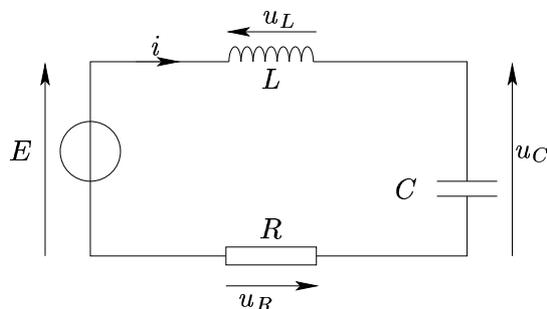


FIG. 2 – Circuit RLC série.

On considère la décharge du condensateur  $C$ , initialement chargé à la tension  $E$ , à travers une bobine d'inductance  $L$  et une résistance  $R$ , où  $R = 50 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ H}$ ,  $C = 10 \mu\text{F}$  et  $E = 10 \text{ V}$ . Les valeurs successives de l'intensité  $i$  et des tensions aux bornes de la résistance  $u_R$ , du condensateur  $u_C$  et de la bobine  $u_L$  peuvent être considérées comme les termes de quatre suites vérifiant les équations suivantes :

$$\begin{cases} i_0 = 0, & i_{n+1} = i_n + u_L^n \cdot \Delta t / L \\ u_R^0 = 0, & u_R^{n+1} = R \cdot i_{n+1} \\ u_C^0 = -E, & u_C^{n+1} = u_C^n + i_{n+1} \cdot \Delta t / C \\ u_L^0 = E, & u_L^{n+1} = -u_R^{n+1} - u_C^{n+1} \end{cases}$$

Tracer les courbes des tensions et du courant dans le circuit, d'après ces équations et à l'aide des fonctionnalités qu'offre Excel. Tracer aussi les courbes de l'énergie stockée dans chaque composant, donnée par une des équations suivantes :

- énergie électrostatique stockée par le condensateur,  $E_c = C \cdot u_C^2 / 2$ ,
- énergie magnétique emmagasinée par la bobine,  $E_L = L \cdot i_n^2 / 2$ ,

ainsi que celles de l'énergie totale (somme de ces deux énergies) et de son logarithme (décimal).

Les courbes doivent être similaires à celles disponibles dans le fichier `second_ordre.pdf`.